

# Paleometeorización vs. Paleoalteración en la superficie de discordancia Proterozoico-Cámbrico en el Antiforme del Narcea.

*Paleoweathering vs. Paleoalteration at the Proterozoic-Cambrian unconformity surface in the Narcea Antiform*

G. Gutiérrez-Alonso <sup>(1)</sup>, J.A. Blanco <sup>(1)</sup>, A. Macfarlane <sup>(2)</sup> y J. Fernández-Suárez <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, 33708 Salamanca, Spain

<sup>(2)</sup> Department of Earth Sciences, PC 344, University Park, 11200 SW 8th Street, Miami, FL 33199, USA

<sup>(3)</sup> Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense, 28040 Madrid, Spain

## ABSTRACT

*Petrographic and geochemical characterization of the rocks underlying the Neoproterozoic-Cambrian angular unconformity in the eastern flank of the Narcea Antiform, provide an insight on the processes involved in the widespread rubefaction present along this contact. The data provide evidence of superposed events related to the sub-aerial weathering during the Precambrian-Cambrian boundary and a further alteration caused, probably, by fluid circulation during the Variscan Orogeny.*

**Key words:** Rubefaction, paleoweathering, paleoalteration, geochemistry, Cambrian-Precambrian boundary.

*Geogaceta*, 36 (2004), 7-10  
ISSN:0213683X

## Introducción

La superficie de discordancia existente entre las rocas neoproterozoicas y cámbricas del flanco Norte y Este del Antiforme del Narcea ha sido siempre reconocida por la naturaleza angular de la misma y por la ubicua presencia, en las rocas neoproterozoicas, de un marcado enrojecimiento que contrasta con los tonos grises y verdosos que presentan las mismas rocas en el resto de afloramientos de esta región. La extensión de este enrojecimiento varía de 2 a 25 metros y es generalmente continuo, aunque puede presentarse con geometrías más irregulares, sobre todo en su límite inferior.

La presencia del enrojecimiento, o rubefacción, ha sido explicada en función de la meteorización (*weathering*) y de la consiguiente oxidación de las rocas al encontrarse expuestas en condiciones subaéreas tras la deformación surgida durante el evento Cadomiense, que produjo el basculamiento de las rocas precámbricas. La ausencia de depósitos relacionados con esta discordancia y la falta de un regolito, que suministre datos sobre la naturaleza de

los procesos edáficos que acompañaron a este proceso de meteorización, impide establecer conclusiones directas sobre su duración o sobre las condiciones en las que se pudo producir este proceso.

Además de lo apuntado, el hecho de que la superficie de discordancia haya actuado como superficie de despegue durante la orogenia Varisca puede haber contribuido a la circulación de fluidos que de alguna manera pudieran también haber sido responsables, total o parcialmente, de la rubefacción de estas rocas mediante procesos de alteración de las rocas precámbricas.

El objetivo de este trabajo es dilucidar, petrográfica y geoquímicamente, la naturaleza del proceso o procesos que intervinieron en la generación de la rubefacción presente en estas rocas.

## Situación Geológica

Para realizar este estudio se escogió un afloramiento de la discordancia angular entre las rocas neoproterozoicas y cámbricas en el flanco oriental del Antiforme del Narcea situado en la carretera AS-15

(Cornellana-Degaña) en la localidad de Villar de Lantero (Fig. 1 y 2). El afloramiento estudiado tiene una marcada rubefacción y el plano de discordancia se encuentra claramente tectonizado. Por encima de la discordancia se reconocen conglomerados y areniscas de grano grueso de la formación Herrería. La naturaleza discordante de este contacto fue puesta de manifiesto por Lotze (1956) y muy discutida, probablemente en este mismo afloramiento, por Llopis Lladó y Martínez Álvarez (1961), simultáneamente, de Sitter (1961) la describe en la rama sur del Antiforme del Narcea y Matte (1967) en el flanco occidental, siendo reconocida posteriormente en multitud de localidades. Su naturaleza como superficie de despegue para acomodar la partición de la deformación varisca con las rocas suprayacentes fue puesta de manifiesto por Gutiérrez-Alonso (1992, 1996).

Las rocas en las que se desarrolla la rubefacción corresponden al formación Pizarras del Narcea, nombre con el que se conoce a una potente sucesión de rocas con distintas características litológicas, tectónicas y metamórficas que afloran en el Anti-

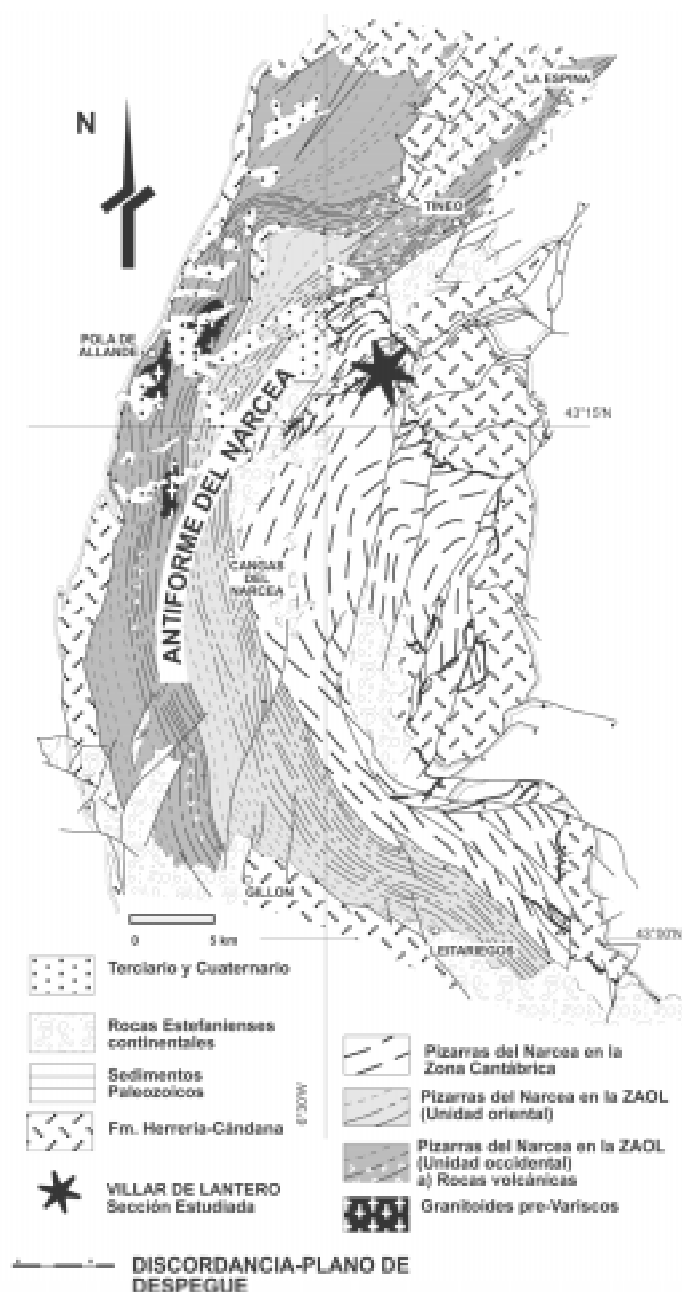


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado de la rama norte del Antiforme del Narcea y situación del perfil estudiado en Villar de Lantero (Gutiérrez-Alonso, 1992, 1996).

Fig. 1.- Simplified geological map of the Narcea Antiform and location of the Villar de Lantero profile. (Gutiérrez-Alonso, 1992, 1996).

forme del Narcea con una estructura compleja (Gutiérrez-Alonso, 1992, 1996) donde se sitúa el límite entre la Zona Cantábrica y la Zona Asturoccidental-Leonesa. La edad de estas rocas se encuentra establecida por su posición estratigráfica y en base a los circones detríticos más jóvenes que posee esta serie (560 Ma, Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2003) y a la presencia de rocas volcánicas interestratificadas en series equivalentes situadas en

el flanco occidental del antiforme (559±3 Ma., Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2004).

#### Muestreo y análisis

Para este estudio se describió y muestreó el mencionado perfil a lo largo de 40 metros por debajo de la superficie de discordancia, correspondiendo a rocas rubefactadas los 25 superiores, de los cuales los 15

más altos presentaban una rubefacción continua mientras que los 10 inferiores presentaban una rubefacción más discontinua e irregular. Los 15 metros inferiores son rocas en las que no se apreciaba ningún tipo de rubefacción.

Se recogieron 15 muestras en capas de litología equivalente (limolitas) a intervalos irregulares, siendo menos espaciadas en la proximidad de la discordancia que en las zonas inferiores. La distancia a la discordancia de cada una de las muestras se puede apreciar en el eje de ordenadas de los gráficos de la Figura 2.

Los análisis químicos se realizaron en el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad Internacional de Florida por ICPES en un espectrómetro JY70-III, los mineralógicos y los de FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por XRD en el Universidad de Salamanca.

Los resultados de los análisis químicos y mineralógicos realizados se encuentran descritos en la Figura 3.

#### Descripción microscópica

Las muestras de la base del perfil, no rubefactadas, están compuestas por granos detríticos de cuarzo y feldespatos de tamaño limo acompañados por micas (moscovita + biotita) en forma de pajuelas de tamaño más variable, todo ello englobado en una matriz arcillosa de color verdoso. Los feldespatos calco-sódicos son mucho más abundantes que los potásicos. El borde de los granos detríticos es neto y solo de forma excepcional se observan transitos graduales entre la matriz arcillosa y alguno de estos granos. Se observa una red de fracturas, paralela a la estratificación que lleva asociada decoloración o rubefacción local a escala microscópica y también se observan planos de clivaje grosero, posteriores a las fracturas, con cristalización de cuarzo microcristalino.

En las muestras situadas en la parte inferior de la zona rubefactada destaca el reemplazamiento generalizado de los granos feldespáticos por agregados arcillosos; este proceso se acompaña por la pérdida de nitidez de los bordes del grano y la aparición de contactos graduales matriz-grano. Las pajuelas de biotita aparecen con dos modificaciones respecto a los niveles verdosos. En primer lugar el

pleocroismo aparece fuertemente atenuado y al mismo tiempo se observa una fuerte coloración negruzca, además, se observa como los bordes de las pajuelas aparecen desflecados y como a través de las separaciones penetra la matriz arcillosa, estableciéndose contactos pajuela-matriz de tipo gradual. Las fracturas paralelas a la estratificación controlan la rubefacción de la roca, que se hace más intensa en las proximidades de las mismas, y se hayan rellenas de óxidos de hierro. Los planos de clivaje cortan limpiamente la rubefacción y los óxidos de hierro.

En las muestras más rubefactadas y próximas a la discordancia, el reemplazamiento de los granos feldespáticos por agregados arcillosos es generalizado. Asimismo las pajuelas de micas pierden su identidad siendo también reemplazadas por mezclas de agregados arcillosos y óxidos de Fe. El color verde de la matriz arcillosa se pierde completamente al ser fuertemente teñida por colores rojizos o directamente desaparecer y ser reemplazada por óxidos de Fe y los granos detríticos de cuarzo aparecen corroídos en sus bordes y por los golfos de corrosión penetra la matriz. También se observa la recrystalización de pequeñísimas micas fuertemente birrefringentes (sericita) que invade todo tipo de agregados arcillosos. Este proceso afecta por igual a los niveles finos como a los gruesos y únicamente esta excluido en las zonas en que no se conservaron restos arcillosos al ser completamente reemplazados por óxidos de Fe. Existen zonas irregulares de la matriz que han sido parcialmente silicificadas, no solo los planos de clivaje, aunque están relacionados con ellos. Esta silicificación es posterior a la rubefacción.

### Resultados geoquímicos y mineralógicos

Los resultados de composición de las rocas estudiadas, que se muestran en la Figura 3, y por lo que se refiere a los elementos mayores, reflejan un progresivo enriquecimiento en sílice acompañado por una disminución del contenido de Mg, Ca y Na, compatibles con la meteorización de los feldespatos y de la clorita, por otro lado, el progresivo aumento de K indicaría una recrystalización de micas que no

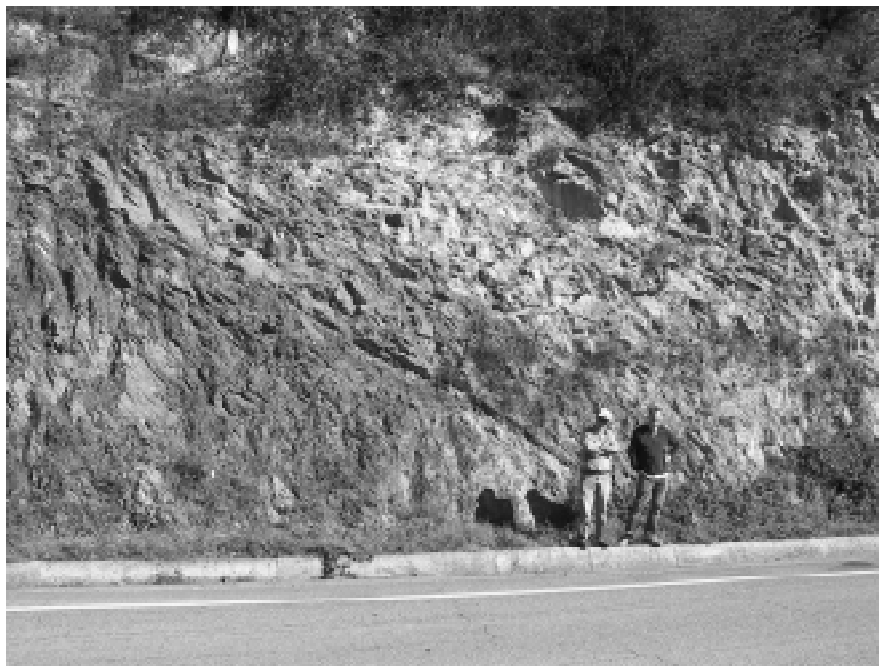


Fig. 2.- Fotografía de la discordancia Neoproterozoico-Cámbrico en el afloramiento de Villar de Lantero.

*Fig. 2.-Picture of the Neoproterozoic-Cambrian unconformity in Villar de Lantero.*

puede ser explicada por la meteorización y sí por procesos de alteración posteriores.

En el mismo sentido se manifiestan las variaciones de los elementos traza y tierras raras, donde se aprecian disminuciones sistemáticas de V, Co, Zn y Nb que se pueden explicar por la meteorización de las cloritas. Por el contrario, las variaciones de Zr y Ti sólo se pueden explicar por la presencia de fluidos que produjeron una alteración posterior y que provocaron la disminución de la concentración de estos elementos hacia la parte superior del perfil. Otros elementos muestran una concentración bastante constante (Sc), variaciones difíciles de interpretar (Sr, Cr, Ba, P) o comportamientos erráticos (Y).

Con respecto al hierro, el contenido total se mantiene constante entre el 5 y el 9%, mientras que la proporción en FeO disminuye desde el contenido en la roca sin rubefactar (2,64%) a valores mucho menores (0,17 %) o incluso desaparecer.

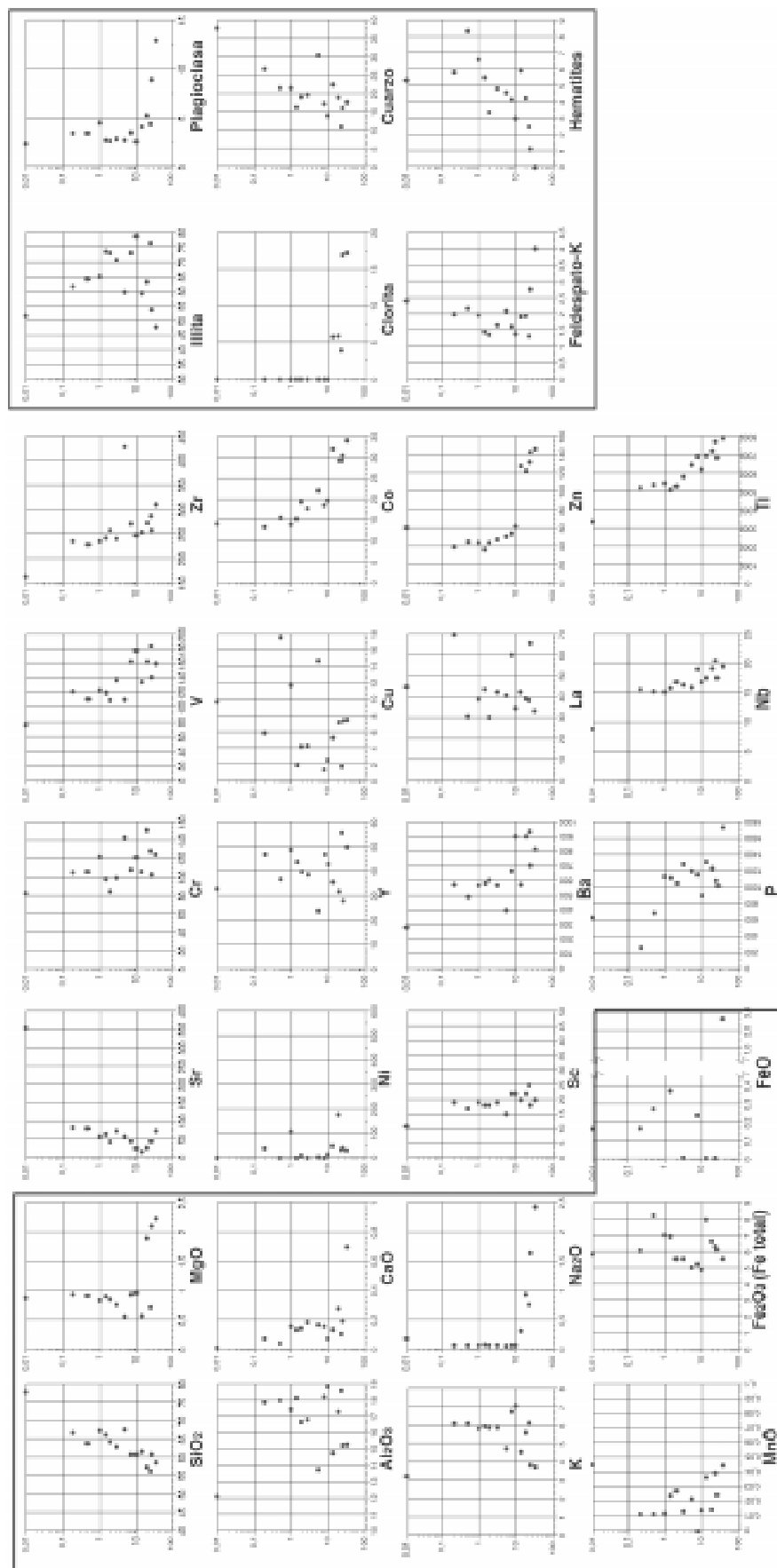
Las variaciones mineralógicas indican un aumento de la presencia de cuarzo y hematites hacia la discordancia mientras disminuyen la plagioclasa y la clorita, que llega a desaparecer totalmente. La illita,

componente mayoritario de las rocas estudiadas, aumenta mucho en las muestras más inferiores pero vuelve a incrementar su presencia hacia las partes más altas del perfil. El feldespato potásico muestra un comportamiento inverso al de la illita, disminuyendo inicialmente para aumentar ligeramente en la parte alta del perfil.

### Discusión

De la petrografía y geoquímica realizadas en este estudio se puede deducir que el perfil rubefactado presente por debajo de la discordancia entre las rocas neoproterozoicas y cámbricas del Antiforme del Narcea es el resultado de dos procesos añadidos, por un lado la meteorización producida en condiciones subaéreas en el límite cámbrico-precámbrico y por otro una alteración sobreimpuesta, producto de la circulación de fluidos, probablemente relacionados con la actuación de la superficie de discordancia como superficie de despegue durante la deformación varisca.

De los datos obtenidos no se pueden establecer las condiciones de la meteorización, aunque sus características apunten hacia un origen en un



clima cálido, lo que situaría este proceso en uno de los periodos interglaciares globales finiproterozoicos.

### Agradecimientos

Agradecemos a Rosemary Hickey-Vargas la ayuda prestada durante la realización de este trabajo. Los análisis químicos fueron financiados con una ayuda concedida por la Florida International University. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los Proyectos BTE2002-04017-C02-02 y BTE2000-1490-C02-01

### Referencias

- De Sitter, L.U. (1961): *C.R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, 9, 253.
- Gutiérrez-Alonso, G. (1992): *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*, 317 pp.
- Gutiérrez-Alonso, G. (1996): *J. Struct. Geol.*, 18, 1217-1229.
- Gutiérrez-Alonso, G., Fernández Suárez, J., Jeffries, T.E., Jenner, G.A., Tubrett, M.N., Cox, R., Jackson, S.E. (2003): *Tectonophysics*, 365, 221-232.
- Gutiérrez-Alonso, G., Fernández Suárez, J., Jeffries, T.E. (2004): *Geogaceta*, 35.
- Lotze, F. (1956): *N. Jb. F. Geol. Paläont. Min.*, 8, 377-380.
- Llopis Lladó, N. y Martínez Álvarez, J.A. (1961): *Breviora Geológica Astúrica*, V (3-4), 53-72.
- Matte, Ph. (1967): *C.R. Acad. Sci. Paris*, 264, 1769-1772.

**Fig. 3.- Resultado de los análisis geoquímicos y mineralógicos realizados en el perfil rubefactado de Villar de Lantero. En ordenadas se representa, en escala logarítmica, la distancia al plano de discordancia. Las concentraciones de elementos mayores y de contenido mineralógico se expresan como porcentaje en óxidos. Las concentraciones de elementos menores y trazas se expresan en ppm.**

**Fig. 3.- Geochemical and mineralogical variograms of the Villar de Lantero profile. The distance to the unconformity plane is expressed in logarithmic scale. Concentrations are whole rock percentage for minerals and major elements, while ppm's for traces and REE.**